



14 JUN 2004

EP09/050302

# BREVET D'INVENTION

REC'D 12 JUL 2004

WIPO

PCT

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 27 MAI 2004

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr

**INPI**INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

**BREVET D'INVENTION  
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

**cerfa**

N° 11354\*01

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2**

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 260899

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>6 JUIN 2003</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <b>0306884</b> <b>- 6 JUIN 2003</b>		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b>  Jacques BEYLOT THALES Intellectual Property 31/33 Avenue Aristide Briand 94117 ARCUEIL CEDEX	
<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif) <b>63 055</b>			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	Date <input type="text"/>
ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date <input type="text"/>
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	Date <input type="text"/>
Demande de brevet initiale		N°	
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b>  PROCÉDE ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT DES INFORMATIONS PROVENANT D'EQUIPEMENTS PRIMAIRES DE VOL REDONDANTS			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation <input type="text"/> N° <input type="text"/> Date <input type="text"/> Pays ou organisation <input type="text"/> N° <input type="text"/> Date <input type="text"/> Pays ou organisation <input type="text"/> N° <input type="text"/> Date <input type="text"/> <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR</b>		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		THALES	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		5 . 5 . 2 . 0 . 5 . 9 . 0 . 2 . 4	
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	173 Boulevard Haussmann	
	Code postal et ville	75008	PARIS
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			



# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES DATE <b>6 JUIN 2003</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0306884</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	
---	--

DB 540 W / 260899

<b>Vos références pour ce dossier :</b> <i>(facultatif)</i> <b>63055</b>		
<b>6 MANDATAIRE</b>		
Nom		BEYLOT
Prénom		Jacques
Cabinet ou Société		THALES Intellectual Property
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		8325
Adresse	Rue	31/33 Avenue Aristide Briand
	Code postal et ville	94117 ARCUEIL CEDEX
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		01 41 48 45 09
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		01 41 48 45 01
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>		
<b>7 INVENTEUR (S)</b>		
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Paiement échelonné de la redevance		<b>Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques</b> <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		
<b>Uniquement pour les personnes physiques</b> <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :</i>		
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)  Jacques BEYLOT		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b>  

## PROCEDE ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT DES INFORMATIONS PROVENANT D'EQUIPEMENTS PRIMAIRES DE VOL REDONDANTS

La présente invention est relative aux traitements des signaux fournis à un système de conduite du vol par des équipements primaires de vol doublés ou triplés par mesure de sécurité. Elle concerne plus particulièrement les traitements destinés à éviter les déconnexions intempestives d'un automatisme d'un système de conduite du vol non justifiées par une panne réelle d'un équipement délivrant ou traitant les signaux utilisés par l'automatisme.

Un certain nombre d'informations de vol, dont l'attitude de l'aéronef, le module et l'orientation du vecteur vitesse de l'aéronef, et l'altitude de l'aéronef sont essentielles au pilotage d'un aéronef. Ces informations sont fournies par des capteurs appartenant à des équipements embarqués dits "équipements primaires de vol". Au nombre des équipements primaires de vol, on compte les capteurs de pressions statique et dynamique et leur calculateur associé ("Air Data System" en anglo-saxon) permettant de connaître la vitesse air de l'aéronef et la ou les centrales inertielles délivrant les accélérations et les vitesses angulaires de l'aéronef qui peuvent être réunis au sein d'un même équipement désigné par le sigle ADIRS (acronyme de l'expression anglo-saxonne "Air Data Inertial Reference System").

Les informations essentielles au pilotage sont exploitées sous une forme brute ou prétraitée par un ou plusieurs systèmes de conduite du vol rassemblant des automatismes qui facilitent le pilotage en assurant soit des stabilisations d'attitude soit des suivis de consignes d'assiette, de cap, pente, route, altitude, vitesse, etc.. Le plus connu de ces automatismes est le pilote automatique et/ou directeur de vol.

Les équipements primaires de vol, comme les systèmes de conduite du vol doivent présenter un taux de panne extrêmement faible qui n'est souvent atteint que par redondance, un même équipement étant doublé ou triplé de même qu'un système de conduite du vol, chaque exemplaire d'un même système de conduite du vol étant relié aux différents exemplaires des équipements primaires de vol par des chaînes de traitement ayant pour fonction de choisir la version la plus crédible, parmi les différentes versions disponibles d'une même information, et de détecter toute discordance entre

les différentes versions disponibles d'une même information pouvant faire suspecter une panne non signalée de l'un des exemplaires de l'équipement primaire de vol à l'origine de l'information.

5 Usuellement, les équipements primaires de vol ainsi que les chaînes de traitement sont en double exemplaire. Chaque chaîne de traitement fonctionne de façon indépendante des autres et comporte un dispositif de vote ayant pour fonction de choisir à chaque instant l'exemplaire de l'équipement de vol qui fournit l'information prise en compte par le ou les systèmes du vol. Ce dispositif de vote effectue son choix en appliquant un  
10 critère de proximité par rapport à une valeur correspondant à la valeur médiane des versions disponibles d'une même information décalée d'un seuil arbitraire. Lorsque deux versions d'une même information ont des valeurs très proches, ce qui est le cas lorsque deux exemplaires d'un même équipement fonctionnent correctement, le dispositif de vote a tendance à  
15 commuter aléatoirement d'un exemplaire à l'autre, ce qui introduit un bruit parasite de commutation pouvant perturber le fonctionnement des systèmes de conduite du vol. Il est connu de limiter cette commutation aléatoire en introduisant un certain seuil dans le fonctionnement du dispositif de vote.

Les informations de vol sont délivrées par les équipements  
20 primaires de vol à des cadences, par exemple de l'ordre de 20 millisecondes, compatibles avec la vitesse de variation des paramètres de vol qu'ils mesurent, cela d'une manière asynchrone, deux exemplaires d'un même équipement fonctionnant de façons complètement indépendantes avec des horloges distinctes. Les systèmes de conduite du vol exploitent les  
25 informations de vol délivrées par les équipements primaires de vol à une cadence plus basse adaptée à leur besoin, par exemple de l'ordre de 50 millisecondes, fondée sur la vitesse de réaction de l'aéronef à leurs consignes. Un prétraitement des informations issues des équipements primaires de vol est effectué dans les systèmes de conduite du vol à la  
30 cadence la plus basse, pour réduire au minimum leur charge de calcul. Les asynchronismes entre les différents exemplaires d'un même équipement reliés à leurs entrées et entre leurs entrées et leur sortie sont pris en compte en début de chaîne par l'utilisation de mémoires tampon.

Dans le cas des chaînes de traitement doublées, la surveillance  
35 du bon fonctionnement des chaînes de traitement et des équipements placés

en amont se fait par détection des discordances entre les versions d'une même information disponibles en sortie des deux chaînes de traitement. Lorsque cette discordance devient trop importante, on suspecte un mauvais fonctionnement non signalé de l'un des éléments des chaînes de traitement ou de l'un des équipements placés en amont des chaînes de traitement et l'on préfère arrêter les automatismes dépendant des chaînes de traitement. Cela est obtenu à l'aide d'un circuit soustracteur placé en sorties des chaînes et suivi d'un comparateur à seuil. Le comparateur à seuil engendre, en cas de dépassement de son seuil par l'écart existant entre les versions d'une même information disponibles en sortie des deux chaînes de traitement, une alarme conduisant à l'arrêt ou à la déconnexion des automatismes en fonctionnement des systèmes de conduite du vol utilisant l'information de sortie des chaînes.

Dans une architecture à chaîne de traitement doublée afin de renforcer la sécurité, les dissymétries matérielles et logicielles, l'absence de synchronisation et le changement de cadencement entre entrées et sortie font que les bruits perturbant les signaux des équipements primaires de vol, comme les bruits dus à des vibrations parasites de la cellule de l'aéronef dans le cas des centrales inertielles, se propagent différemment le long des deux chaînes et peuvent provoquer, par artefact, des discordances suffisantes pour déclencher le détecteur à seuil placé en sorties des deux chaînes signalant une possibilité de mauvais fonctionnement. Cela est encore plus vrai dans le cas de chaînes de traitement susceptibles de dérives importantes comme celles comportant des circuits intégrateurs utilisés pour extraire une information de vitesse d'une information d'accélération, une information de position d'une information de vitesse, ou pour élaborer des termes de précision destinés aux commandes de gouverne en régime permanent.

La présente invention a pour but de réduire la fréquence des déconnexions intempestives d'automatismes d'un système de conduite du vol dues à des artefacts de chaînes de traitement d'informations primaires de vol doublées ou triplées pour renforcer la sécurité.

Elle a pour objet un procédé de traitement d'informations provenant d'un équipement primaire de vol monté à bord d'un aéronef, sous une forme échantillonnée à une première cadence, en vue d'être délivrée à un système de conduite du vol de l'aéronef, à une deuxième cadence inférieure à la première cadence, ce procédé étant remarquable en ce qu'il  
5 consiste à soumettre les échantillons d'informations à un filtrage numérique antibruit réalisé à la première cadence d'échantillonnage.

Avantageusement, le filtrage numérique antibruit est un filtrage anti-repliement bloquant les composantes indésirables ayant des fréquences  
10 inférieures à la moitié de la première cadence d'échantillonnage et supérieures à la moitié de la deuxième cadence d'échantillonnage

Avantageusement, le filtrage numérique antibruit est un filtrage passe-bas du premier ordre.

Avantageusement, le filtrage numérique antibruit est un filtrage  
15 passe-bas du deuxième ordre.

Avantageusement, le filtrage numérique antibruit est un filtrage passe-bas ou coupe-bande de type Butterworth.

Avantageusement, lorsque les informations traitées provenant d'un équipement primaire de vol sont affectées d'un bruit présentant des pics  
20 d'énergie, le filtrage antibruit est un filtrage à bandes coupées correspondant aux pics d'énergie du bruit.

Avantageusement, le filtrage numérique met en œuvre une fonction de transfert dépendant de la configuration de vol de l'aéronef.

Avantageusement, le filtre antibruit est un filtre à moyenne  
25 glissante opérant sur plusieurs échantillons.

L'invention a également pour objet un dispositif de mise en œuvre du procédé précité.

30 D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront de la description ci-après d'un mode de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple. Cette description sera faite en regard du dessin dans lequel :

- une figure 1 représente une architecture redondante employée, dans l'état antérieur de la technique, pour une chaîne de  
35 traitement de l'information accélération latérale fournie par une

centrale inertielle en vue de la mettre à disposition d'un automatisme stabilisateur de lacet,

- des figures 2a à 2d sont des diagrammes de courbes illustrant l'évolution des écarts entre les dérives de fonctionnement des deux chaînes de traitement de l'architecture redondante de la figure 1 en présence de signaux de capteurs fortement bruités et les déconnexions intempestives en résultant pour l'automatisme stabilisateur de lacet,
- une figure 3 représente une architecture redondante selon l'invention pour une chaîne de traitement de l'information accélération latérale fournie par une centrale inertielle en vue de la mettre à disposition d'un automatisme stabilisateur de lacet, et
- des figures 4a à 4d sont des diagrammes de courbes illustrant les dérives de fonctionnement maîtrisées des deux chaînes de traitement de l'architecture redondante de la figure 3 et les blocages très peu fréquents en résultant pour l'automatisme stabilisateur de lacet.

La figure 1 montre un type connu d'architecture redondante utilisée pour la génération d'une information d'accélération latérale intégrée YD à destination d'un automatisme stabilisateur de lacet faisant partie d'un système de conduite du vol et ayant pour fonction d'amortir les oscillations de lacet de l'aéronef et d'annuler l'angle de dérapage de l'aéronef. Cette architecture redondante met à profit une information accélération latérale  $y_l$  délivrée en parallèle et de manière indépendante par deux exemplaires 10, 11 de centrale inertielle INS pour engendrer également de manière indépendante deux versions d'une information de commande d'anti-dérapiage YD toutes deux destinées à l'automatisme stabilisateur de lacet. La surveillance constante de l'écart entre les deux versions fournies YDa et YDb de l'information de commande est utilisée comme test de bon fonctionnement des éléments de l'architecture redondante de l'automatisme stabilisateur de lacet. Ce type d'architecture redondante renferme deux chaînes parallèles FGMa et FGMB fonctionnellement identiques, implantées sur des modules matériels distincts.



Les deux exemplaires 10, 11 de centrale inertielle INS délivrent, sous une forme numérique, et à une cadence de répétition de 50 Hz (périodicité de 20 ms), deux versions  $\gamma 1$  et  $\gamma 2$  de l'information accélération latérale. Leurs flux de données ne sont ni totalement identiques ni synchronisés car ils sont soumis à des ambiances vibratoires différentes du fait de leurs installations en des endroits différents de la cellule de l'aéronef et fonctionnent indépendamment l'un de l'autre avec des horloges indépendantes.

Les deux chaînes parallèles de traitement FGMA, FGMB utilisent les deux versions  $\gamma 1$  et  $\gamma 2$  de l'information accélération latérale délivrées de manière asynchrone et à une cadence de répétition de 50 Hz (périodicité de 20 ms) par les deux exemplaires 10, 11 de centrale inertielle INS pour engendrer par intégration, avec une cadence de répétition de 20 Hz (périodicité de 50 ms), deux versions de l'information de commande d'anti-dérapiage YDa, YDb.

Chaque chaîne de traitement FGMA, FGMB comporte en entrée une double mémoire tampon 20, 21, suivie d'un circuit de vote 30, 31, d'un amplificateur 40, 41 et d'un intégrateur 50, 51.

Les doubles mémoires tampon 20, 21 sont chargées à une cadence de 20 Hz avec des paires d'échantillons de l'informations accélération latérale, les deux échantillons d'une même paire provenant l'un de l'exemplaire 10 et l'autre de l'exemplaire 11 de centrale inertielle INS et correspondant à l'information accélération latérale  $\gamma 1$  et  $\gamma 2$  délivrée par les deux exemplaires 10, 11 de centrale inertielle pour une même tranche de temps.

Les circuits de vote 30, 31, sélectionnent, chaque fois que de besoin, c'est-à-dire toutes les 20 ms, dans la double mémoire tampon 20, 21 placée en amont, l'un des échantillons de la dernière paire d'échantillons d'information accélération latérale inscrite. Pour cette sélection, ils mettent en œuvre un critère de choix arbitraire consistant en un mécanisme de vote tel que celui décrit en préambule. Les circuits amplificateurs 40, 41 suivis des circuits intégrateurs 50, 51 permettent d'extraire, par intégration, des échantillons retenus par les circuits de vote 30, 31, deux versions échantillonnées YDa et YDb d'une information de commande d'anti-dérapiage

destinée à un automatisme amortisseur de lacet d'un système de conduite du vol.

En sorties des deux chaînes de traitement FGMa et FGMB, on trouve un circuit soustracteur 60, alimentant un comparateur à seuil 61 qui reçoit son seuil d'un registre 62 et qui délivre un ordre de blocage des automatismes alimentés par les deux chaînes de traitement FGMa et FGMB en cas de détection d'un dépassement du seuil par l'écart existant entre échantillons de même rang provenant des deux chaînes. En effet, un écart trop important entre échantillons de même rang de l'information de commande d'anti-dérapiage provenant des deux chaînes de traitement peut faire craindre un mauvais fonctionnement de l'un des circuits des deux chaînes de traitement FGMa et FGMB.

En l'absence de bruits de capteurs, l'architecture redondante qui vient d'être décrite relativement à la figure 1 permet d'alimenter de manière sûre les automatismes d'un système de conduite du vol. Par contre, en présence de signaux de capteurs fortement bruités, comme cela se rencontre avec des centrales inertielles perturbées par des phénomènes vibratoires affectant la structure de l'aéronef, notamment lors de la sortie des trains d'atterrissage, de la sortie de volets ou d'aérofreins, d'ouverture de porte de soute, d'emport de charge extérieure, etc., cette architecture conduit à des émissions d'ordres intempestifs de découplage d'automatisme.

On peut s'en rendre compte par l'étude des diagrammes des figures 2a à 2d relatifs au fonctionnement sur une même période de temps des deux chaînes de traitement FGMa et FGMB, en l'absence de panne, avec des signaux d'entrée fortement bruités issus de centrales inertielles en bon état de fonctionnement mais soumises à des vibrations parasites de la cellule de l'aéronef. Le diagramme de la figure 2a représente un signal fortement bruité  $\gamma 1$  issu de l'un 10 des deux exemplaires de centrale inertielle INS affecté par des vibrations parasites de la cellule de l'aéronef. Le diagramme de la figure 2b représente le signal fortement bruité  $\gamma 2$  issu de l'autre 11 des deux exemplaires de centrale inertielle INS également soumis à des vibrations parasites de la cellule de l'aéronef. Les évolutions générales des signaux  $\gamma 1$  et  $\gamma 2$  sont les mêmes mais les bruits qui les affectent sont différents, les centrales inertielles qui les délivrent n'ayant pas le même environnement vibratoire du fait qu'elles ne sont pas montées exactement au

même emplacement dans la cellule de l'aéronef. Le diagramme de la figure 2c représente les deux versions YDa et YDb de l'information de commande d'anti-dérapiage délivrées par les deux chaînes FGMA et FGMB en réponse aux signaux  $\gamma 11$  et  $\gamma 12$ . L'évolution relative de l'écart entre les deux versions YDa et YDb due à la lente dérive des circuits intégrateurs 50 et 51 est aggravée par les effets, sur les dissymétries matérielles et logicielles des deux chaînes de traitement FGMA et FGMB, des bruits vibratoires affectant les signaux  $\gamma 11$  et  $\gamma 12$ . Le diagramme de la figure 2d montre l'état résultant de l'ordre de blocage B engendré par le comparateur à seuil 61 à destination des automatismes dépendant des chaînes de traitement. On remarque, en milieu de diagramme, des ordres intempestifs de blocage d'automatisme.

Pour réduire la fréquence des ordres intempestifs de blocage des automatismes dépendant de chaînes redondantes de traitement, on propose de placer un filtre antibruit en amont des circuits de vote. L'architecture redondante utilisée pour la génération d'une information de commande d'anti-dérapiage YD à destination d'un automatisme stabilisateur de lacet faisant partie d'un système de conduite du vol est alors modifiée conformément à la figure 3. Dans cette figure 3, les éléments inchangés par rapport à la figure 1, c'est-à-dire les deux exemplaires de centrale Inertielle, les circuits de vote et les circuits disposés en aval des circuits de vote, conservent les mêmes indexations tandis que les circuits déjà présents mais ayant changé de cadencement reprennent la même affectation affectée d'un prime.

L'architecture redondante de la figure 3 se distingue de celle de la figure 1 par la présence dans les deux chaînes de traitement FGM'a et FGM'b, de deux doubles filtres anti-bruit 70, 71 intercalés entre les circuits de vote 30, 31 et les doubles mémoires tampon 20', 21' et par le fait que les doubles mémoires tampon 20' et 21' fonctionnent à la cadence de 50 Hz qui est celle des données émises par les deux exemplaires 10, 11 de centrale inertielle et non à la cadence de 20 Hz des signaux de sortie des chaînes de traitement.

Chaque double filtre anti-bruit 70 ou 71 filtre en parallèle, les deux suites d'échantillons délivrées par les deux exemplaires 10, 11 de centrale inertielle INS, à la cadence de ces suites, sans sous-échantillonnage mais

sous le contrôle de sa propre horloge non synchronisée avec l'une ou l'autre des horloges des exemplaires 10, 11 de centrale inertielle.

Les doubles mémoires tampon 20' et 21' passant à la cadence supérieure des données émises par les deux exemplaires 10, 11 de centrale inertielle INS, ne servent plus au sous-échantillonnage mais uniquement à la prise en compte des absences de synchronisme entre les horloges à la même fréquence des deux exemplaires 10, 11 de centrale inertielle INS et des doubles filtres anti-bruit 70, 71.

Les doubles filtres anti-bruit 70, 71 sont des filtres numériques fonctionnant à la cadence de 50 Hz des suites de données issues des deux exemplaires 10, 11 de centrale inertielle INS, donc avant sous-échantillonnage, en vue d'éviter à leur niveau, des problèmes éventuels posés par les repliements de bande accompagnant un sous-échantillonnage. Le sous-échantillonnage permettant de passer à la cadence de 20 Hz des échantillons de sortie des deux chaînes de traitement FGM'a et FGM'b se fait au niveau des sorties des doubles filtres antibruit 70, 71 dont les registres servent également de mémoires tampon.

Les fonctions de transfert des doubles filtres antibruit 70, 71 sont choisies de manière à bloquer au mieux les bruits affectant les signaux des deux exemplaires 10, 11 de centrale inertielle INS1, INS2, en portant le moins possible atteinte aux signaux utiles. Elles sont choisies après étude de l'environnement vibratoire de chaque exemplaire de centrale inertielle en fonction des configurations de vol de l'aéronef plus particulièrement propice à l'apparition de vibrations sur la cellule, telles que des configurations trains d'atterrissage sortis, volets sortis, aérofreins sortis, porte de soute ouverte, emport de charge extérieure, etc.. Elles peuvent même être changées en fonction de la configuration de vol en cours. Elles sont avantageusement de type passe-bas ou coupe-bande et d'un ordre quelconque fonction de la raideur de la coupure désirée. (1<sup>er</sup>, 2<sup>ème</sup> ordre, Butterworth, etc.). Elles peuvent aussi être obtenue par moyenne glissante sur un nombre quelconque d'échantillons.

Lorsque les bruits gênants sont des bruits à large bande ramenés dans la bande utile par le phénomène de repliement résultant du sous-échantillonnage permettant de passer de la cadence d'échantillonnage de 50 Hz des exemplaires 10, 11 de centrale inertielle à la cadence

d'échantillonnage de 20 Hz de sortie des chaînes de traitement FGM'a, FGM'b, la fonction de transfert choisie pour les doubles filtres anti-bruit est celle d'un filtre anti-repliement. Ce filtre anti-repliement peut être ajusté pour bloquer les composantes de fréquence inférieure à la moitié de la première fréquence d'échantillonnage de 50 Hz et de fréquence supérieure à la moitié de la deuxième fréquence d'échantillonnage de 20 Hz.

Lorsque les bruits gênants sont dus à des vibrations de résonance de la cellule de l'aéronef à des fréquences précises dans la bande des signaux utiles, la fonction de transfert adoptée pour les doubles filtres anti-bruit peut être de type coupe-bande ou bouchon, avec une ou plusieurs fréquences d'arrêt placées au niveau des fréquences des vibrations de résonance se développant dans la cellule de l'aéronef aux emplacements des exemplaires 10, 11 de centrale inertielle.

Un double filtre antibruit 70 ou 71 ainsi que la commande de la double mémoire tampon 20' ou 21' qui le précède et réalise les acquisitions des échantillons de l'information accélération latérale délivrés par les deux exemplaires 10, 11 de centrale inertielle INS peuvent faire l'objet dans chaque chaîne FGM d'une même tâche logicielle exécutée à la même cadence.

Les diagrammes des figures 4a à 4d illustrent l'amélioration apportée par les filtres anti-bruit. Ils sont tracés sur la même période de temps et avec les mêmes signaux d'entrée fortement bruités que ceux des figures 2a à 2d, toujours en l'absence de panne des centrales inertielles et des chaînes de mesure. Le diagramme de la figure 4a représente le signal  $\gamma_1'1$  provenant après filtrage antibruit de l'un 10 des deux exemplaires de centrale inertielle INS affectée par des phénomènes vibratoire parasites de la cellule de l'aéronef. Le diagramme de la figure 4b représente le signal  $\gamma_1'2$  provenant, après filtrage anti-bruit, de l'autre 11 des deux exemplaires de centrale inertielle INS également affectée par des phénomènes vibratoires parasites de la cellule de l'aéronef. Les effets des filtrages anti-bruit rendent plus apparentes les évolutions générales des signaux  $\gamma_1'1$  et  $\gamma_1'2$  et leur ressemblance. Le diagramme de la figure 4c représente les deux versions YDa et YDb de l'information de commande d'anti-dérapiage délivrées par les deux chaînes FGMA et FGMB en réponse aux signaux  $\gamma_1'1$  et  $\gamma_1'2$ . Les filtrages anti-bruit ralentissent considérablement l'évolution de l'écart entre les deux

versions YDa et YDb au cours de la lente dérive des circuits intégrateurs 50 et 51, au point de supprimer les ordres intempestifs de blocage des automatismes comme le montre le diagramme de la figure 4d représentant l'état de sortie du comparateur à seuil 61.

- 5 L'architecture redondante à doubles filtres anti-bruit qui vient d'être décrite peut être utilisée avec tout système de conduite du vol recevant des informations primaires de vol, de chaînes de traitement redondantes ayant, par nature, une capacité de dérive importante due à des termes de précision comportant des intégrateurs, comme celles traitant des informations en
- 10 provenance de centrale inertielle IRS, AHRS ou de bloc accélérométriques et cela dans tout aéronef, que ce soit un avion, un hélicoptère, un drone, un missile, etc..

**REVENDEICATIONS**

1. Procédé de traitement d'informations ( $y_{l1}$ ,  $y_{l2}$ ) provenant, d'un  
5 équipement primaire de vol (10, 11) monté à bord d'un aéronef, sous une  
forme échantillonnée à une première cadence en vue d'être délivrées après  
traitement ( $Y_{da}$ ,  $Y_{db}$ ), à un système de conduite du vol de l'aéronef, sous  
une forme échantillonnée à une deuxième cadence inférieure à la première  
cadence, caractérisé en ce qu'il consiste à soumettre les échantillons  
10 d'informations provenant d'équipement primaire de vol (10, 11) à un filtrage  
numérique antibruit (70, 71) réalisé à la première cadence d'échantillonnage.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le  
filtrage numérique antibruit (70, 71) est un filtrage anti-repliement bloquant  
15 les composantes de fréquences supérieures à la moitié de la deuxième  
cadence d'échantillonnage.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le  
filtrage numérique antibruit (70, 71) est un filtrage anti-repliement bloquant  
20 les composantes de fréquences inférieures à la moitié de la première  
cadence d'échantillonnage.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le  
filtrage numérique antibruit (70, 71) est un filtrage anti-repliement bloquant  
25 les composantes de fréquences supérieures à la moitié de la deuxième  
cadence d'échantillonnage et celles de fréquence inférieure à la moitié de la  
première cadence d'échantillonnage.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le  
30 filtrage numérique antibruit (70, 71) est un filtrage passe-bas du premier  
ordre.

6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le  
filtrage numérique antibruit (70, 71) est un filtrage passe-bas du deuxième  
35 ordre.

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le filtrage numérique antibruit (70, 71) est un filtrage passe-bas de type Butterworth.

5 8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le filtrage numérique antibruit (70, 71) est un filtrage coupe-bande de type Butterworth.

10 9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lorsque les informations traitées provenant d'un équipement primaire de vol sont affectées d'un bruit présentant des pics d'énergie, le filtrage numérique antibruit (70, 71) est un filtrage à bandes coupées correspondant aux pics d'énergie du bruit.

15 10. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le filtrage numérique anti-bruit (70, 71) est un filtrage à moyenne glissante opérant sur plusieurs échantillons

20 11. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le filtrage numérique anti-bruit (70, 71) met en oeuvre une fonction de transfert dépendant de la configuration de vol de l'aéronef.

25 12. Dispositif à architecture redondante à deux chaînes parallèles (FGM'a, FGM'b) pour le traitement de signaux d'équipements primaires de vol (10, 11) monté à bord d'un aéronef, lesdits signaux étant disponibles à une première cadence, sous une forme échantillonnée et en plusieurs exemplaires ( $\gamma_{l1}$ ,  $\gamma_{l2}$ ) et destinés à être délivrées après traitement, toujours en plusieurs exemplaires ( $Y_{da}$ ,  $Y_{db}$ ), à un système de conduite du vol de l'aéronef, sous une forme échantillonnée à une deuxième cadence inférieure  
30 à la première cadence, caractérisé en ce qu'il comporte, en tête de chaque chaîne (FGM'a, FGM'b), à la suite d'une mémoire tampon multiple (20', 21'), un filtre numérique anti-bruit multiple (70, 71) filtrant en parallèle les différents exemplaires disponibles de signaux d'équipement primaires de vol (10, 11) et fonctionnant, comme la mémoire tampon multiple (20', 21') à la  
35 première cadence d'échantillonnage.



13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le filtre numérique antibruit multiple (70, 71) est un filtre anti-repliement bloquant les composantes de fréquences supérieures à la moitié de la deuxième cadence d'échantillonnage.

14. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le filtre numérique antibruit multiple (70, 71) est un filtre anti-repliement bloquant les composantes de fréquences inférieures à la moitié de la première cadence d'échantillonnage.

15. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le filtre numérique antibruit multiple (70, 71) est un filtre anti-repliement bloquant les composantes de fréquences supérieures à la moitié de la deuxième cadence d'échantillonnage et celles de fréquence inférieure à la moitié de la première cadence d'échantillonnage.

16. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le filtre numérique antibruit multiple (70, 71) est un filtre passe-bas du premier ordre.

17. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le filtre numérique antibruit multiple (70, 71) est un filtre passe-bas du deuxième ordre.

18. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le filtre numérique antibruit multiple (70, 71) est un filtre passe-bas de type Butterworth.

19. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le filtre numérique antibruit multiple (70, 71) est un filtre coupe-bande de type Butterworth.

20. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que, lorsque les informations traitées provenant d'équipements primaires de vol sont affectées d'un bruit présentant des pics d'énergie, le filtre numérique

antibruit multiple (70, 71) est un filtre à bandes coupées correspondant aux pics d'énergie du bruit.

21. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le  
5 filtre numérique anti-bruit multiple (70, 71) est un filtre à moyenne glissante  
opérant sur plusieurs échantillons

22. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le  
10 filtre numérique anti-bruit multiple (70, 71) a une fonction de transfert  
dépendant de la configuration de vol de l'aéronef.

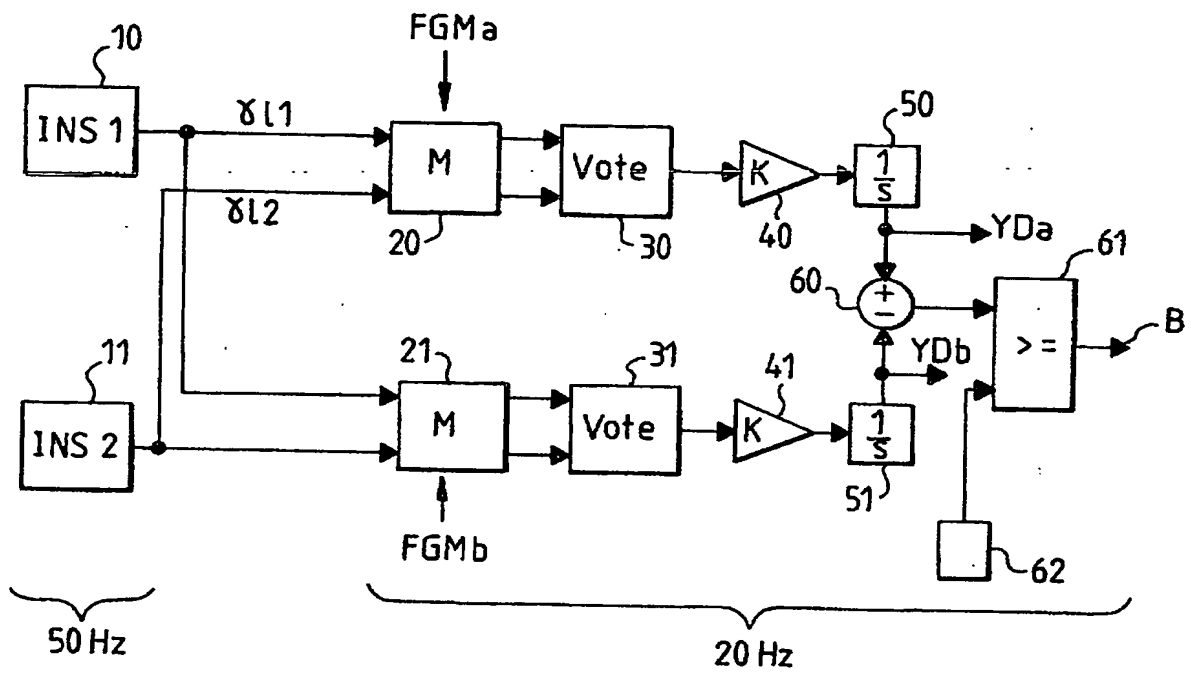


FIG.1

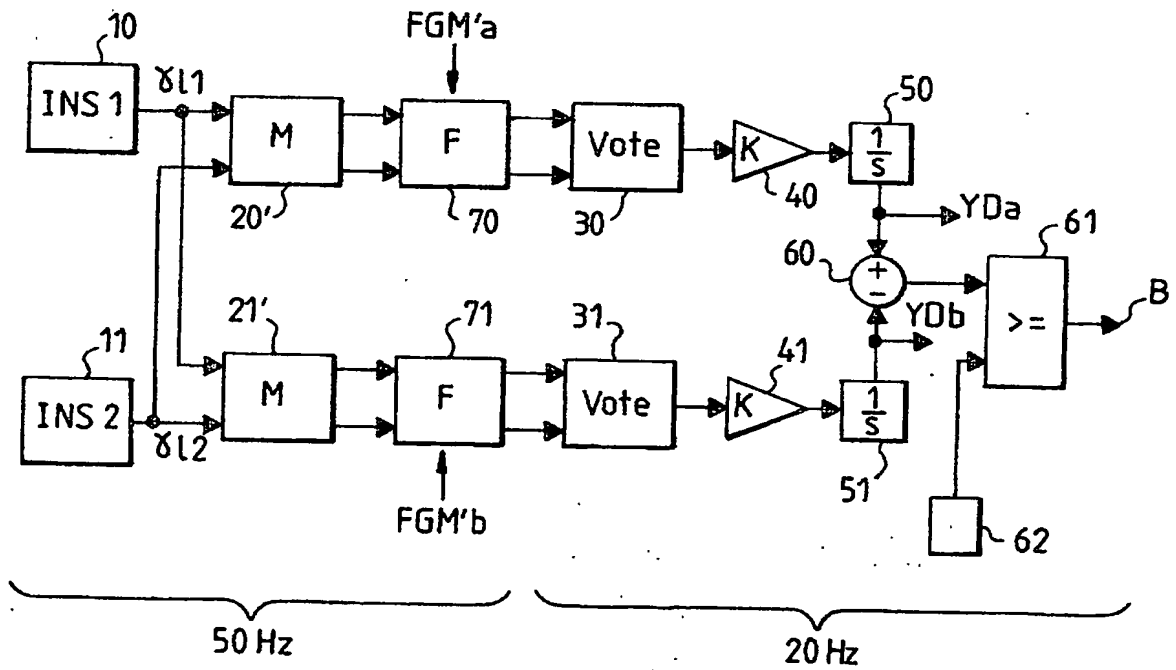


FIG.3

FIG.2a

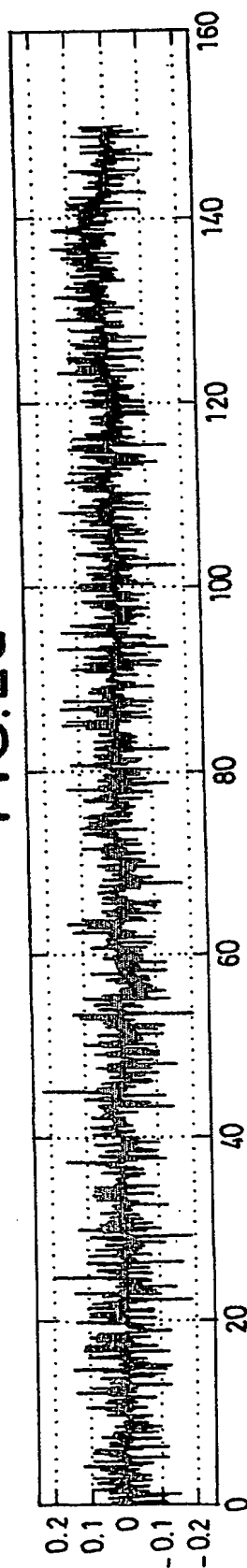


FIG.2b

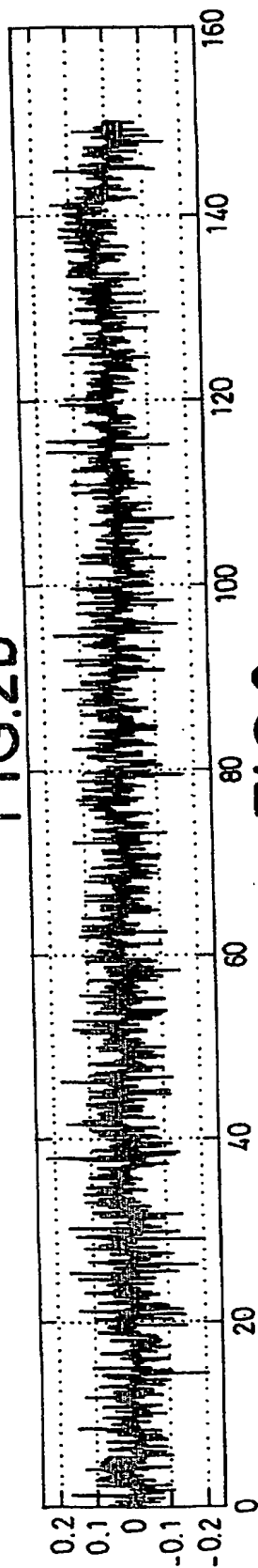


FIG.2c

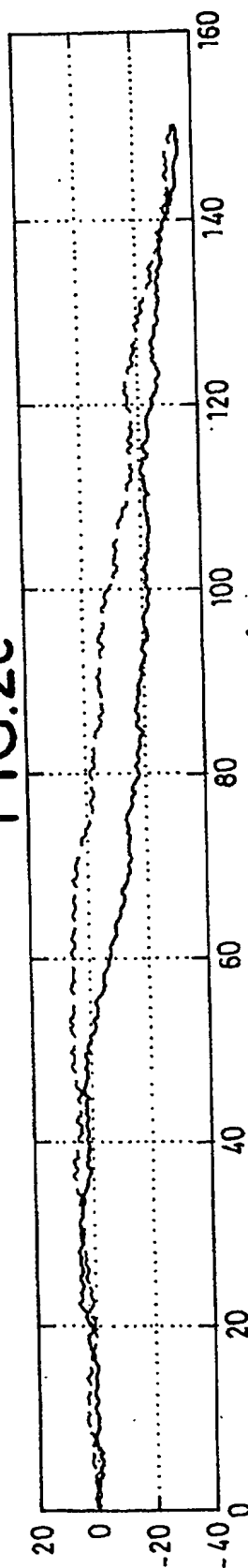


FIG.2d

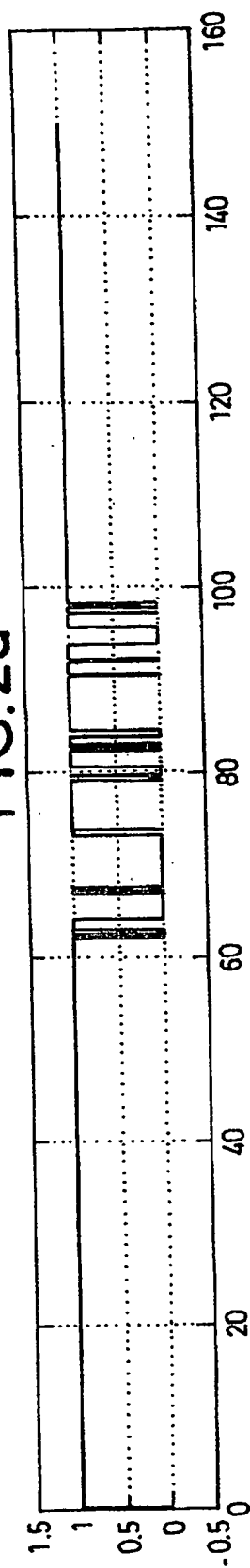


FIG.4a

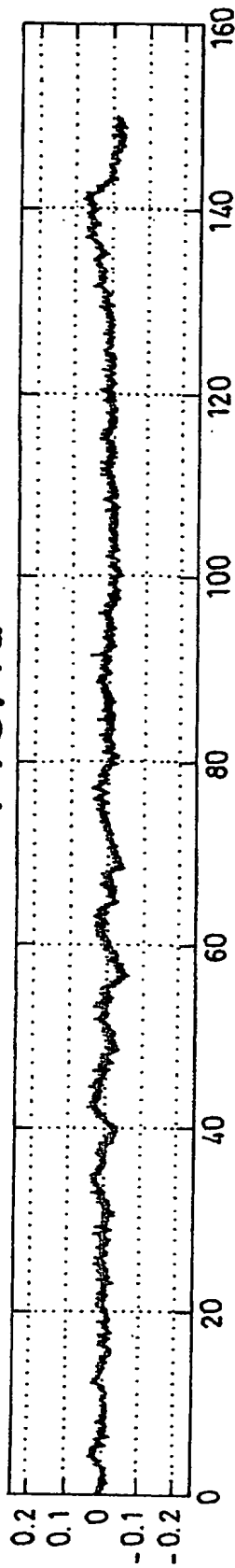


FIG.4b

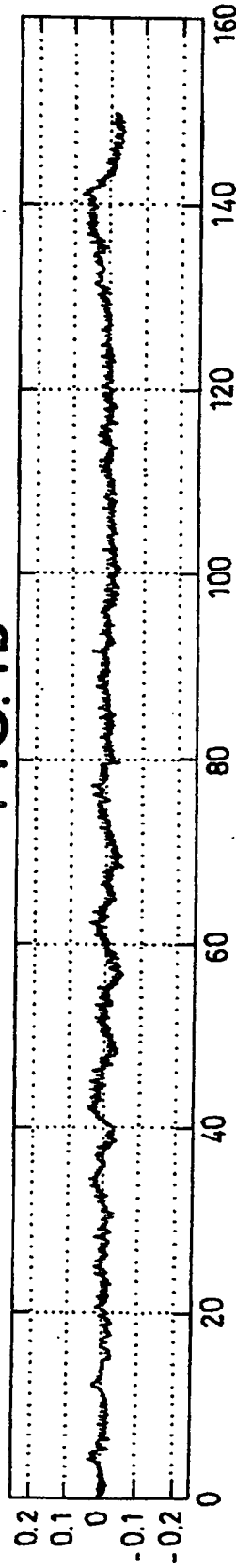


FIG.4c

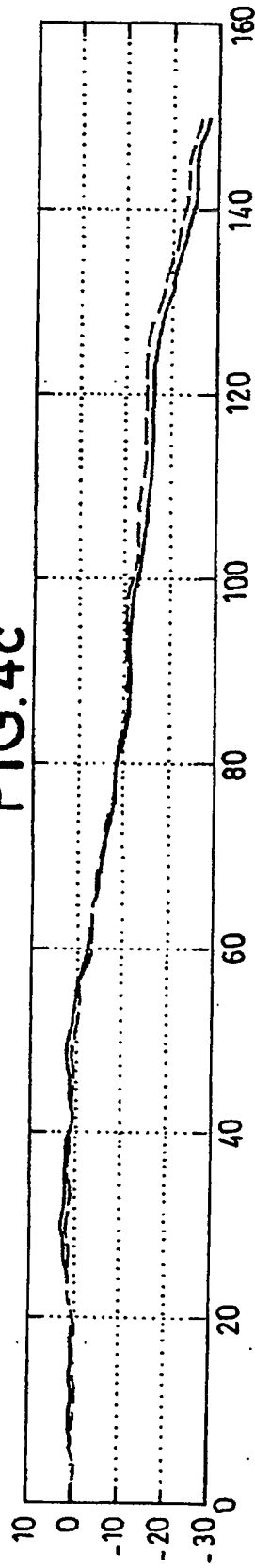
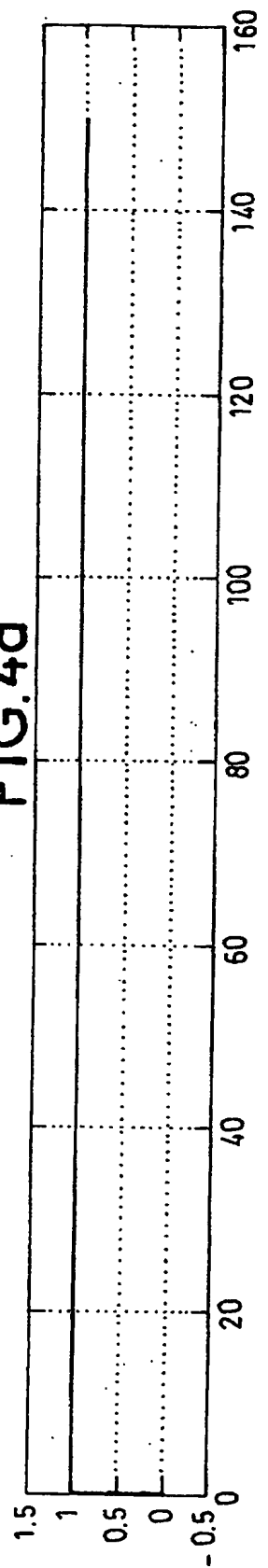


FIG.4d





# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

**cerfa**  
N° 11 235\*02

### DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 1.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif) <b>63055</b>			
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		<b>0306894</b>	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCÉDE ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT DES INFORMATIONS PROVENANT D'EQUIPEMENTS PRIMAIRES DE VOL REDONDANTS			
LE(S) DEMANDEUR(S) :  THALES			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		LEBRUN	
Prénoms		Jean-Louis	
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property - 31/33 Avenue Aristide Briand	
	Code postal et ville	94117	ARCUEIL Cedex
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)			
Jacques BEYLOT		<b>13 JUIN 2003</b>	

*Am*  
**PCT/EP2004/050902**

